

Sich mit dem Raspberry Pi vertraut machen

Was lässt sich mit einem Raspberry Pi so alles anstellen?

Welche Beschränkungen hat der Minicomputer?

Woher bekomme ich einen Raspberry Pi?

Was benötige ich sonst noch?

Kapitel 1

Grundlagen des Raspberry Pi

Der Einplatinencomputer Raspberry Pi bietet die vielleicht meisten Inspirationen unter allen heute erhältlichen Computern. Während die meisten der von uns genutzten computerisierten Geräte (wie Telefone, Tablets und Spielekonsolen) so entwickelt wurden, dass sie kaum mehr Anpassungsspielräume bieten, folgt der Raspberry Pi einer völlig konträren Philosophie. Kaum dass man die glänzend grüne Platine zu sehen bekommen hat, fühlt man sich auch schon eingeladen, sich näher mit ihr zu befassen, ein wenig zu spielen und selbst seiner Kreativität freien Lauf zu lassen. Der Pi wird zusammen mit allen zur Erstellung eigener Software (Programme) erforderlichen Werkzeugen geliefert und Sie können sogar elektronische Eigenentwicklungen daran anschließen. Zudem ist die Platine auch noch so preiswert, dass Sie nicht gleich einen Kredit aufnehmen müssen, wenn Sie sie einmal versehentlich beschädigen oder zerstören sollten. Sie können also voller Selbstvertrauen experimentieren.

Viele Benutzer werden vom Potenzial der Platine angestachelt und entdecken aufregende neue Einsatzmöglichkeiten. Dave Akerman (www.daveakerman.com) hat zusammen mit Freunden einen Raspberry Pi an einem Wetterballon angebracht und ihn fast 40 Kilometer in die Höhe geschickt, um fast aus dem Weltraum heraus mit einer Webcam Bilder von der Erdoberfläche aufzunehmen.

Professor Simon Cox und seinem Team an der Universität Southampton gelang es, 64 Raspberry-Pi-Platinen miteinander zu einem experimentellen Supercomputer zu verbinden, der von Lego-Bausteinen zusammengehalten wurde (Abbildung 1.1) und gemeinsam ein einzelnes Problem lösen sollte. Mit dem Projekt konnten die Kosten eines Supercomputers von Millionen auf Tausende oder sogar nur Hunderte Dollar verringert werden. Damit wird Supercomputing selbst für Schulen und Studenten viel leichter erschwinglich.

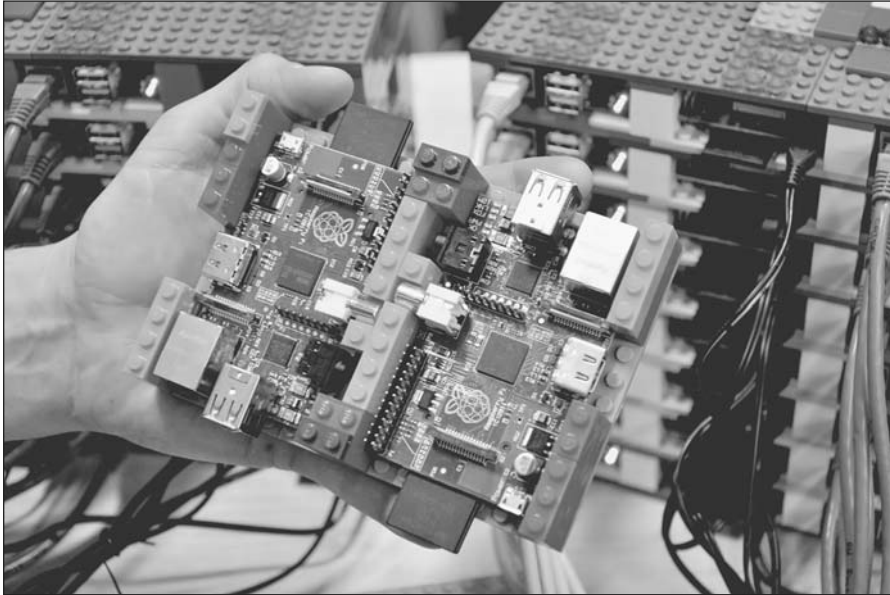


Abbildung 1.1: Zwei der im Supercomputer der Universität Southampton verwendeten Raspberry-Pi-Platinen mit dem übrigen Supercomputer im Hintergrund (mit freundlicher Genehmigung von Simon Cox und Glenn Harris, Universität Southampton)

Andere haben ebenfalls damit experimentiert, die Rechnerleistung von mehreren Pis zu kombinieren. Es ist sogar ein Kit erhältlich, mit dem Sie vier Raspberry Pi Zero mit einem normalen Raspberry Pi kombinieren können (Cluster HAT von Pimoroni), um experimentell Programme auf mehreren Pis gleichzeitig laufen zu lassen.

Der Raspberry Pi wird auch benutzt, um mit ihm Wetterstationen und Geräte für Fitness, Spiel, Sport und Freizeit herzustellen. So kommt er in Audiobook-Playern, elektronischen Skateboards und weiteren Geräten zum Einsatz.

Wenngleich derartige Projekte für Schlagzeilen sorgen können, sind es doch andere, weniger auffällige, die viel wichtiger sind. Dank des Raspberry Pi unternehmen nämlich Tausende Menschen aller Altersklassen ihre ersten Schritte im Bereich der Computerwissenschaften.

Die Autoren dieses Buches nutzen Computer seit den 1980ern, als die Idee vom Heimcomputer erstmals Gestalt annahm. Damals waren Computer längst noch nicht so benutzerfreundlich wie heute. Nach dem Einschalten wurde Ihnen ein blinkender Unterstrich präsentiert und Sie mussten etwas eingeben, damit überhaupt weiter etwas geschah. Das führte aber auch dazu, dass die ganze damit aufgewachsene Generation zumindest ein klein wenig darüber wusste, wie man Computern Befehle geben und Programme für sie erstellen konnte. Als Computer benutzerfreundlicher wurden und mit der Maus über Fenster bedient werden konnten, wurden diese Fähigkeiten kaum mehr benötigt und gingen daher weitgehend verloren.

Eben Upton, dem Entwickler des Raspberry Pi, fielen die schwindenden Fähigkeiten 2006 bei seiner Arbeit im Computerlabor der Universität Cambridge auf. Die Studienbewerber für

den Bereich der Computerwissenschaften besaßen immer weniger Erfahrungen in der Programmierung als die früheren Studenten. Zusammen mit den Kollegen an seiner Universität brütete Upton die Idee aus, einen Computer zu schaffen, der mit allen für dessen Programmierung erforderlichen Werkzeugen ausgeliefert werden und im Verkauf nur etwa 25 Dollar kosten sollte. Um für potenzielle Benutzer interessant zu sein, sollte sich der Rechner auch für andere Dinge eignen und dabei so robust sein, dass er auch den hundertfachen Transport in Schultaschen überleben konnte.

Mit dieser Idee begann eine sechsjährige Reise, die zu dem Raspberry Pi geführt hat, wie er bei Ihnen wahrscheinlich auf dem Schreibtisch liegen dürfte, wenn Sie dieses Buch lesen. Er wurde im Februar 2012 veröffentlicht und wurde bis zum Ende des Quartals in einer halben Million Einheiten verkauft. Am fünften Geburtstag des Raspberry Pi im März 2017 waren dann bereits über 12,5 Millionen Raspberry Pis verkauft und wurden zu Hause, in Schulen und am Arbeitsplatz genutzt. Damit ist der Pi der bei Weitem bestverkaufte britische Computer aller Zeiten.

Erste Schritte mit dem Raspberry Pi

Wenn Ihr Raspberry Pi bei Ihnen angeliefert wird, bekommen Sie eine Platine, die in etwa so groß wie eine Kreditkarte ist, auf der sich Komponenten und Sockel befinden (Abbildung 1.2). In einer Zeit, in der sich fast alle Rechner in schlanken, glänzenden Gehäusen befinden, wirkt der Raspberry Pi mit seinen Ecken und Kanten und seiner aufgedruckten weißen Beschriftung fast wie aus einer anderen Welt. Das macht aber auch einen Großteil seines Reizes aus, wie sich daran erkennen lässt, dass die meisten für den Raspberry Pi erhältlichen Gehäuse transparent sind, weil den Leuten dieses Aussehen gefällt.

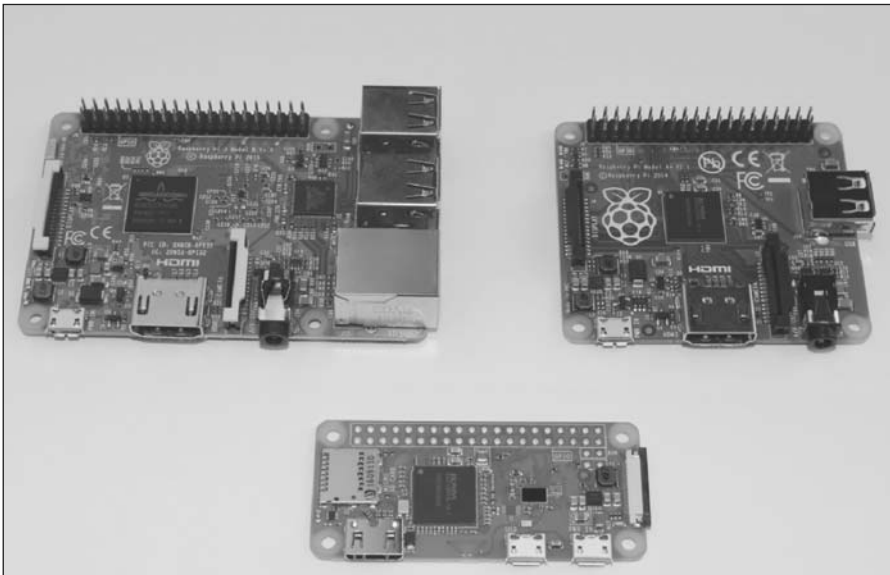


Abbildung 1.2: Raspberry Pi 3 Model B (oben links), Model A+ (oben rechts) und Pi Zero W (unten)

Mit den Jahren wurde der Raspberry Pi weiterentwickelt, wobei er mehr Arbeitsspeicher, mehr Leistung und zusätzliche Merkmale erhalten hat. Damit stellt sich aber auch die Frage, welches Modell sich für Sie am besten eignet. Dabei kann Ihnen vielleicht die folgende Modellübersicht helfen:

- ✓ **Raspberry Pi 3 Model B:** Die dritte Generation des Raspberry Pi ist momentan das rundum leistungsfähigste Modell. Laut Raspberry Pi Foundation ist er 50 bis 60 Prozent schneller als die bisherigen Modelle und zehn Mal schneller als das ursprüngliche Modell des Raspberry Pi. Der *Raspberry Pi 3 Model B* bietet 1 GB Arbeitsspeicher, vier USB-Ports, hat Wi-Fi und Bluetooth direkt integriert und eine Ethernet-Schnittstelle für die Internet- oder Netzwerk-Verbindung. Er verfügt über 40 Allzweck-GPIO-Pins (GPIO – General Purpose Input/Output), die Sie benutzen können, um Ihre eigenen Elektronikprojekte anzuschließen. Wie bisherige Pi-Modelle besitzt er ungefähr die Größe einer Kreditkarte. Wie alle aktuellen Raspberry-Pi-Modelle verwendet er eine MicroSD-Karte als Speichermedium für das Betriebssystem. Wenn Sie nicht wissen, welches Modell Sie nehmen sollen, und nicht im Budget beschränkt sind, sollten Sie zu diesem Modell greifen. Es ist deutlich schneller und eignet sich damit am besten für den Desktop. Der Preis liegt bei etwa 35 Euro.

Die Bezeichnung *Model B* ist übrigens ein Tribut an den einst in den 1980ern in Großbritannien verbreiteten *BBC Microcomputer*. Dabei ist es allerdings ernüchternd, wenn man weiß, dass der BBC Micro etwa das Zehnfache eines Raspberry Pi gekostet hat, dafür aber dank 35 Jahren des Fortschritts in den Computerwissenschaften mehr als das 7.800-Fache an Arbeitsspeicher mitbringt.

- ✓ **Raspberry Pi 1 Model A+:** Ein reduziertes Modell, das sich ideal für Projekte eignet, die mit weniger Strom auskommen und typischerweise über Batterien mit Strom versorgt werden müssen. Es eignet sich für Roboter und Projekte an entlegenen Orten, an denen keine Steckdosen benutzt werden können. Stattdessen muss dann auf Batterien oder Akkus zurückgegriffen werden. Auf dieser Platine gibt es keinen Ethernet-Anschluss und nur einen USB-Port. Sie können dieses Modell allerdings mit einem USB-Hub verbinden, um dann mehrere Geräte gleichzeitig benutzen zu können. Es ist jedoch mit der vollen Anzahl von 40 GPIO-Pins ausgestattet, weshalb Ihre Projekte und Zusatzgeräte mit ihm zusammenarbeiten. Wie das Model B umfasst das Model A+ einen Audioausgang (Klinckenstecker für Kopfhörer). Dieses Modell besitzt 512MB Arbeitsspeicher und kostet etwas mehr als 25 Euro. Die Längsseite ist ein wenig kürzer als beim Raspberry Pi 3 und misst 6,5 mal 5,5 Zentimeter.
- ✓ **Raspberry Pi Zero:** Die Raspberry Pi Foundation versetzte alle in Staunen, als sie diesen Computer zusammen mit der gedruckten Edition ihres Magazins *The MagPi* hergab. Der Raspberry Pi Zero misst 6,5 mal 3 Zentimeter, ist extrem leicht und verfügt über 512MB Arbeitsspeicher und einen Micro-USB-Port. Wenn Sie die GPIO-Pins benutzen wollen, müssen Sie diese auflöten oder separat erhältliche eigene Pins anbringen. (Das Hinzufügen von GPIO-Pins zum Pi Zero wird in Kapitel 16 behandelt.) Sie benötigen auch für den Mini-HDMI-Anschluss und den Micro-USB-Stecker geeignete Adapter, weshalb Sie damit rechnen sollten, etwas mehr als nur den Preis für den Pi ausgeben zu müssen. Außerdem wird die Einrichtung dadurch ein wenig schwieriger. Der kleine Computer kostet zwar nur etwa sieben Euro, ist aber separat zuweilen schwer erhältlich. Im Kit oder Set kostet der Raspberry Pi Zero dann schnell 25 Euro.

- ✓ **Raspberry Pi Zero W:** Der Raspberry Pi Zero W wurde im Februar 2017 veröffentlicht, erweitert den Raspberry Pi Zero um Wi-Fi und Bluetooth und bietet Kompatibilität mit dem *Raspberry Pi Camera Module*. Der Pi Zero W kostet so etwa 13 Euro, wird allerdings wie der Pi Zero oft nur im Paket zusammen mit weiteren Bauteilen und Zubehör angeboten. Wenn es Sie nicht stört, selbst zum Lötcolben greifen und die GPIO-Pins auflöten zu müssen, oder sie überhaupt nicht benötigen, eignen sich Raspberry Pi Zero und Zero W gut für den Einstieg in die Raspberry-Pi-Familie. Nach dem Raspberry Pi Model 3 empfehlen wir den Pi Zero W als nächstbeste Lösung.

Natürlich sind auch ältere Raspberry Pis noch weiterhin erhältlich. Diese Modelle werden einerseits weiter produziert, solange noch Nachfrage besteht, und werden andererseits verschenkt oder noch für wenig Geld aus zweiter Hand weiterverkauft. Generell sind die neueren Modelle aber deutlich leistungsfähiger. Der zusätzliche Arbeitsspeicher spielt dabei in der Evolution des Pi neben den leistungsfähigeren Prozessoren eine wesentliche Rolle. Es gibt jedoch genug Einsatzmöglichkeiten für den Pi, die keine besondere Geschwindigkeit erfordern, weshalb sich bereits ältere Pis durchaus perfekt für Ihre Projekte eignen könnten. Die älteren Modelle werden in dieser Aufstellung kurz beschrieben:

- ✓ **Raspberry Pi 1 Model B mit 256 MB Arbeitsspeicher:** Auch wenn es Model B genannt wurde, war das im Februar 2012 der erste veröffentlichte Raspberry Pi. Der Raspberry Pi Model B verfügt über einen Ethernet-Anschluss für Netzwerk und Internet und zwei USB-Anschlüsse. Als Speicher für das Betriebssystem verwendet dieses Modell eine SD-Karte.
- ✓ **Raspberry Pi 1 Model B mit 512 MB Arbeitsspeicher:** Das im Oktober 2012 veröffentlichte Raspberry Pi Model B besaß die doppelte Arbeitsspeicherkapazität. Davon konnte einige Software profitieren, die damit schneller lief. Das gilt insbesondere für Anwendungen mit starker Benutzung von Bildern.
- ✓ **Raspberry Pi 1 Model A:** Das im Februar 2013 veröffentlichte Model A ist eine reduzierte Variante von Model B. Es wurde mit nur einem USB-Port ausgestattet und besitzt keine Ethernet-Schnittstelle. Außerdem muss es sich mit 256 MB Arbeitsspeicher begnügen.
- ✓ **Raspberry Pi 1 Model B+:** Das im Juli 2014 veröffentlichte Model B+ wurde von der Raspberry Pi Foundation als »finale Evolution des originalen Raspberry Pi« bezeichnet. Auf ihm läuft dieselbe Software wie auf den bisherigen Versionen des Raspberry Pi. Es verfügt aber über vier USB-Ports, mehr GPIO-Pins für den Anschluss von Elektronikprojekten an den Pi, verbraucht weniger Strom und bietet bessere Audioleistung als das Model B. Wie auch das Model B besitzt Model B+ 512 MB Arbeitsspeicher. Während alle vorherigen Versionen SD-Karten für die Datenspeicherung benutzen, wurden mit Model B+ erstmals die kleineren MicroSD-Karten verwendet, die seither zum Standard beim Raspberry Pi geworden sind.
- ✓ **Raspberry Pi 2 Model B:** Seit Februar 2015 erhältlich, wurde mit diesem Modell der Arbeitsspeicher von Model B+ auf 1 GB wieder einmal verdoppelt. Gleichzeitig stieg auch die Rechenleistung, während die physischen Merkmale unverändert blieben. Über die Jahre hinweg nahm die Leistung des Pi nicht nur durch die aktualisierte Hardware, sondern auch durch neue Software-Versionen zu. Der Pi 2 brachte im Vergleich zum Model B+ eine sofort spürbare Beschleunigung mit sich.



Wenn Sie ältere Modelle als B+ verwenden sollten, benötigen Sie die größeren SD-Karten (nicht MicroSD) für die Datenspeicherung und müssen sich mit nur 26 GPIO-Pins begnügen. Aktuelle Erweiterungen werden kaum mit den frühen Modellen der Platinen kompatibel sein, weshalb Sie insbesondere dann die Anforderungen vor dem Kauf prüfen sollten.

In diesem Buch werden wir versuchen, möglichst auch noch die älteren Modelle zu unterstützen; wenn es dann aber um die Projekte geht, werden wir davon ausgehen, dass Sie mindestens Model B+ nutzen.



Neben dem Raspberry Pi wird Ihnen in den Online-Angeboten möglicherweise das Raspberry-Pi-Compute-Modul auffallen. Das ist aber etwas reichlich anderes. Es dient der Erzeugung industrieller Anwendungen (eingebetteter Systeme – embedded Systems) oder Produkten, die auf der Technologie des Raspberry Pi basieren. Wir erwähnen das hier aber nur für den Fall, dass Sie wissen wollen, worum es sich dabei handelt. Im weiteren Verlauf dieses Buches werden wir nicht näher darauf eingehen. Sie werden sich dieses Modul sehr wahrscheinlich auch nicht gerade für Ihren ersten Raspberry Pi kaufen wollen.



Der Raspberry Pi 3 Model C war 2017 ein Aprilscherz.



Die Entwicklung des Pi wurde teilweise erst durch die Fortschritte im Bereich der Chips für Mobilcomputer möglich. Die Schaltzentrale bildet ein Broadcom-Chip (BCM2835, BCM2836 oder BCM2837) mit einer ARM-CPU (Central Processing Unit) und seinem Videocore-IV-Grafikprozessor (GPU – Graphics Processing Unit). CPU und GPU nutzen dabei den Arbeitsspeicher gemeinsam und die GPU ist leistungsstark genug, um die Wiedergabe von Video in Blu-ray-Qualität unterstützen zu können.

Anstelle von Windows oder Mac OS nutzt der Raspberry Pi ein Betriebssystem namens Linux. Dabei handelt es sich um ein herausragendes Beispiel für quelloffene Software (Open Source) und damit eine völlig andere Philosophie als in der kommerziellen Softwareindustrie. Statt hinter stark bewachten Mauern eines Unternehmens erstellt und als Unternehmensgeheimnis behandelt zu werden, wird Linux in Zusammenarbeit von Unternehmen und freiwilligen Experten entwickelt. Jeder kann (ähnlich wie bei Kochrezepten) die Quelltexte einsehen und ändern, bis sie den eigenen Anforderungen genügen. Linux ist nicht nur kostenlos erhältlich, sondern darf auch an andere Personen weitergegeben werden.

Sie werden wahrscheinlich Software, die Sie auf anderen Computern nutzen, nicht auf Ihrem Raspberry Pi verwenden können. Windows- oder Mac-Software läuft überhaupt nicht und auch Linux-Software eignet sich nicht generell für den Raspberry Pi. Es gibt aber eine Menge Linux-Software, die mit dem Raspberry Pi kompatibel und kostenlos erhältlich ist.



Das empfohlene Betriebssystem für den Raspberry Pi hört auf den Namen Raspbian. Dabei handelt es sich um die zusammengezogene Kombination von *Raspberry* und *Debian*. Neben der Linux-Distribution *Debian* können Sie aber auch sehr viele Ressourcen nutzen, die sich auf *Ubuntu* beziehen, da dieses (wie auch *Mint*) ebenfalls auf Debian basiert. Dabei sollten Sie aber schon ein

wenig umsichtig vorgehen, denn es ist nicht sicher, dass sich die Beschreibungen für diese Linux-Varianten unmittelbar und unverändert auf Raspbian übertragen lassen. Die Benutzeroberfläche PIXEL wurde jedenfalls schon einmal speziell für Raspbian entwickelt. Für die Benutzeroberfläche der Programme und das Terminal gilt das allerdings naturgemäß nicht.

Was lässt sich mit einem Raspberry Pi machen?

Der Raspberry Pi ist ein voll ausgestatteter Computer, mit dem sich prinzipiell fast alles machen lässt, was auch mit einem Desktop-Rechner machbar ist.

Wenn Sie ihn einschalten, wird eine fensterorientierte grafische Oberfläche angezeigt, über die Sie Programme starten und verwalten können (siehe Kapitel 4). Sie können aber auch nur eine Eingabeaufforderung (ein Prompt) im Textmodus nutzen (siehe Kapitel 5). Sie können mit dem Pi im Internet surfen (siehe Kapitel 4), Textverarbeitung und Tabellenkalkulation benutzen (siehe Kapitel 6) oder auch Fotos bearbeiten (siehe Kapitel 7). Sie können mit dem Raspberry Pi Musik oder Videos wiedergeben (siehe Kapitel 8) oder auch spielen. Sie können mit der integrierten Software auch ein wenig eigene Musik komponieren (siehe Kapitel 14). Damit eignet sich dieser kleine Rechner nicht nur perfekt zum Erstellen von Hausaufgaben, sondern auch zum Schreiben von Briefen, für die Kontoverwaltung oder auch das Online-Banking.

Die wahre Stärke des Raspberry Pi besteht aber darin, dass man mit ihm lernen kann, wie Computer arbeiten und wie Sie sie dazu nutzen können, um damit eigene Programme oder Elektronikprojekte zu erstellen. Er wird zusammen mit Scratch (siehe Kapitel 9) ausgeliefert, mit dem Nutzer aller Altersklassen ihre eigenen Animationen und Spiele erstellen und dabei gleichzeitig die wesentlichen Konzepte der Computerprogrammierung lernen können.

Zusammen mit dem Raspberry Pi wird auch Python (siehe Kapitel 11) geliefert, wobei es sich um eine professionelle Programmiersprache handelt, die beispielsweise auch von YouTube, Google und Industrial Light & Magic (den für die Spezialeffekte der *Star Wars*-Filme zuständigen Grafikexperten) genutzt wird.

Das Raspberry Pi besitzt eine Mehrzweckschnittstelle (GPIO – General Purpose Input/Output), über die Sie eigene Schaltungen damit verbinden können. Auf diese Weise können Sie über Ihren Raspberry Pi andere Geräte steuern und von diesen Signale übernehmen und interpretieren. In Teil V werden wir Ihnen zeigen, wie Sie einige elektronische Spiele erstellen und mit dem Raspberry Pi steuern können.

Woher bekomme ich einen Raspberry Pi?

Eine der großartigen Eigenschaften des Raspberry Pi besteht darin, dass es eine ganze Reihe von Unternehmen gibt, die Produkte dafür entwickelt oder an seinem Erfolg über ihren Vertrieb partizipiert haben. Heute können Sie den Raspberry Pi über eine Vielzahl von

Elektronikunternehmen erwerben, deren Zielgruppe vorwiegend Hobbybastler sind. Zu den global tätigen Zwischenhändlern zählen *Pimoroni* (www.pimoroni.com), *The Pi Hut* (<https://thepihut.com>) und *Adafruit* (www.adafruit.com). Einen Raspberry erhalten Sie auch über dessen Distributoren *RS Components* (www.rs-components.com) und *Element14* (www.element14.com).

Im deutschsprachigen Raum erhalten Sie einen Raspberry Pi bei den einschlägigen Verdächtigen, bei denen es sich unter anderem um *Reichelt* (www.reichelt.de), *Pollin* (www.pollin.de) oder auch *Conrad* (www.conrad.de) handelt. Aber auch Unternehmen, die eher als Computerhändler bekannt sind, wie beispielsweise *Alternate* (www.alternate.de), springen zunehmend auf den Zug auf. Ansonsten bekommen Sie den Raspberry Pi natürlich auch über eBay (www.ebay.com) oder Amazon (www.amazon.de), wobei sich letztere Bezugsquelle auch recht gut eignet, um auf andere Anbieter zuzugreifen und deren Angebote zu nutzen.



Versuchen Sie es mit einer Suche nach »Raspberry Pi Preis« bei Google und Amazon. Die Anbieter haben in den Jahren derart umfassend gewechselt, dass es kaum sinnvoll ist, umfangreichere Listen zu erstellen, die dann bereits nach kürzester Zeit wieder veraltet sind. Ich (der Übersetzer und Bearbeiter) habe jedenfalls – mangels Masse – vorwiegend Amazon als Zwischenhändler genutzt, um elektronische Bauteile zu beziehen.

Vielleicht bekommen Sie einen Raspberry Pi ja auch bei Ihrem ansässigen Computer- oder Elektronikhändler. Die Chancen dürften hier aber nicht allzu gut stehen, weil gerade viele dieser kleineren Händler die letzten Jahre nicht überlebt haben.



Informationen zu aktuellen Entwicklungen finden Sie jedenfalls auf der Website der Raspberry Pi Foundation unter der Adresse www.raspberrypi.org.

Was benötige ich sonst noch?

Die Entwickler haben die Kosten des Raspberry Pi auf das absolute Minimum beschränkt, um Ihnen einen voll ausgestatteten Computer (ohne Bildschirm und sonstige Peripheriegeräte) für weniger als 35 Euro anbieten zu können, weshalb Sie kaum darum herumkommen werden, ein paar weitere Komponenten kaufen oder anderweitig abzweigen zu müssen, um Ihren Pi wirklich nutzen zu können. Ich meine hier »abzweigen«, weil es sich dabei vorwiegend um Dinge handelt, die bei vielen von uns bereits irgendwo im Haus, in der Wohnung oder der eigenen Garage herumliegen. Vielleicht können Sie sich die Komponenten ja auch von Freunden, Nachbarn, Onkeln oder Tanten borgen. Insbesondere bei der Nutzung eines Raspberry Pi als Zweitcomputer werden Sie wahrscheinlich bereits die meisten der benötigten Peripheriegeräte besitzen. Diese könnten aber nicht vollständig kompatibel mit dem Raspberry Pi sein, weshalb Sie dann möglicherweise noch Ersatz beschaffen müssten.

Hier eine kurze Aufstellung der weiterhin möglicherweise benötigten Dinge:

- ✓ **Bildschirm:** Der Raspberry Pi besitzt einen HDMI-Anschluss (High Definition Multimedia Interface), über den die hochauflösende Grafikausgabe erfolgt. Wenn Sie einen Bildschirm mit einem HDMI-Anschluss besitzen, können Sie den Raspberry Pi direkt damit verbinden. Sollte Ihr Monitor HDMI nicht unterstützen, besitzt er wahrscheinlich einen

DVI-Anschluss, den Sie dann über ein noch halbwegs erschwingliches Adapterkabel oder einen Adapterzwischenstecker nutzen können. Da über DVI kein Audiosignal übertragen wird, müssen Sie für die Tonausgabe dann generell zusätzlich die Klinkenbuchse benutzen. Der VGA-Anschluss (Video Graphics Array) wird von der Raspberry Pi Foundation offiziell nicht unterstützt. Angesichts der Kosten für Adapter und möglicher Inkompatibilitäten sollten Sie auf die Nutzung dieser Option aber ohnehin besser verzichten.

- ✓ **TV:** Sie können den Raspberry Pi natürlich auch an Fernseher mit HDMI-Eingang anschließen. Sollten Sie noch einen alten Fernseher im Keller oder in der Garage stehen haben, lässt er sich prinzipiell zwar möglicherweise noch zusammen mit dem Raspberry Pi nutzen, das lohnt der Mühe aber auch kaum. Der Pi kann ein Composite-Videosignal über ein RCA-Kabel oder bei den neuen Modellen über den bei diesen vierpoligen Klinkenstecker übertragen und so einen Fernseher zur Anzeige nutzen. Die Auflösung ist bei diesem Übertragungsweg aber wirklich allenfalls als Notlösung zu betrachten, da es viel zu unscharf ist.



Die RCA-Anschlüsse sind mit den Cinch-Anschlüssen aus dem Audibereich (fast) identisch, werden in Europa aber vergleichsweise selten benutzt. Über den Umweg der meist vorhandene Scart-Anschlüsse und einen entsprechenden Scart-Adapter lassen sie sich aber dennoch meist nutzen. Der gelbe Anschluss ist dabei für das alle Farbkanäle enthaltende (daher »zusammengesetzte«) Composite-Videosignal zuständig. Modernere Fernsehgeräte verfügen zudem häufiger über AV-Anschlüsse für Videokameras. Dabei sind die roten und weißen Stecker für den Ton und der gelbe für Video zuständig. Auch hier wird über den meist gelb codierten Stecker das Composite-Videosignal übertragen.

- ✓ **USB-Hub:** In Abhängigkeit vom Modell besitzt der Raspberry Pi einen, zwei oder vier USB-Anschlüsse, aus zwei Gründen müssen Sie aber oft dennoch einen USB-Hub mit eigener Stromversorgung nutzen. Erst einmal werden Sie (speziell bei den Modellen A, A+, B oder Zero) außer Tastatur und Maus noch weitere Geräte an Ihren Pi anschließen wollen. Und dann sollten Sie bereits deshalb einen USB-Hub nutzen, weil Ihre externen Geräte darüber mit Strom versorgt werden und die Wahrscheinlichkeit auftretender Probleme mit Ihrem Raspberry Pi dadurch minimiert werden. Das gilt insbesondere dann, wenn Sie relativ stromhungrige Geräte wie Festplatten anschließen wollen. Achten Sie darauf, dass Ihr USB-Hub über eine vom Raspberry Pi unabhängige Quelle mit Strom versorgt wird.
- ✓ **USB-Tastatur und USB-Maus:** Der Raspberry Pi unterstützt nur Tastaturen und Mäuse mit USB-Anschlüssen. Wenn Sie noch Geräte mit den runden PS/2-Anschlüssen benutzen, können Sie diese zwar noch mit passenden Adaptern verwenden, diese kosten dann aber schnell etwa zehn Euro und damit mehr, als die preiswerten USB-Tastaturen bei Billiganbietern.



Wenn beim Raspberry Pi ansonsten nicht nachvollziehbare Fehler auftreten, liegt dies häufiger an Tastaturen oder anderen USB-Komponenten mit hohem Stromverbrauch. Meiden Sie also besser Komponenten mit allzu vielen Lämpchen und Zusatzfunktionen, wenn diese direkt am Raspberry Pi angeschlossen werden sollen.

Zudem können und sollten Sie auf Funksets mit Miniaturadapter zurückgreifen, bei denen Tastatur und Maus oder auch Tastaturen mit integrierten Touchpads nur einen USB-Anschluss beanspruchen.

- ✓ **SD-Card:** Eingebaute Festplatten kennt der Raspberry Pi nicht. Wenn Sie mit ihm arbeiten, werden Sie daher wahrscheinlich SD-Karten als Hauptspeicher verwenden. Möglicherweise haben Sie ja die eine oder andere microSD- oder SD-Karte für Ihr Mobiltelefon oder Ihre Digitalkamera herumliegen. Ob deren Kapazität und Geschwindigkeit allerdings ausreicht, ist eine andere Frage. 8 GB Speicherkapazität müssen es bei den aktuellen Pi-Modellen mittlerweile aber schon sein. Besser wären allerdings gleich 16 oder 32 GB. Das scheint zwar im Vergleich mit Festplatten bei modernen Rechnern immer noch recht wenig zu sein, aber Sie können daneben auch andere Speichergeräte wie externe Festplatten an Ihren Raspberry Pi anschließen. Es sind unterschiedlich schnelle microSD- und SD-Karten erhältlich. Diese werden als Geschwindigkeitsklasse (Class) angegeben und weisen darauf hin, wie schnell Daten ausgelesen oder darauf gespeichert werden können. Dabei sind auch microSD-Karten mit vorinstalliertem Betriebssystem für oder zusammen mit einem Raspberry Pi erhältlich. Empfehlenswert sind unbedingt microSD-Karten der Klasse 6, besser der Klasse 10, denn die Leistungsunterschiede sind deutlich spürbar. (Die momentan schnellsten SD-Karten werden als Class 10 klassifiziert.) Abbildung 1.3 zeigt eine microSD-Karte mit darauf installiertem NOOBS und einem Adapter von microSD- auf SD-Karten-Größe (für die älteren Pi-Modelle oder Aufbewahrungszwecke).

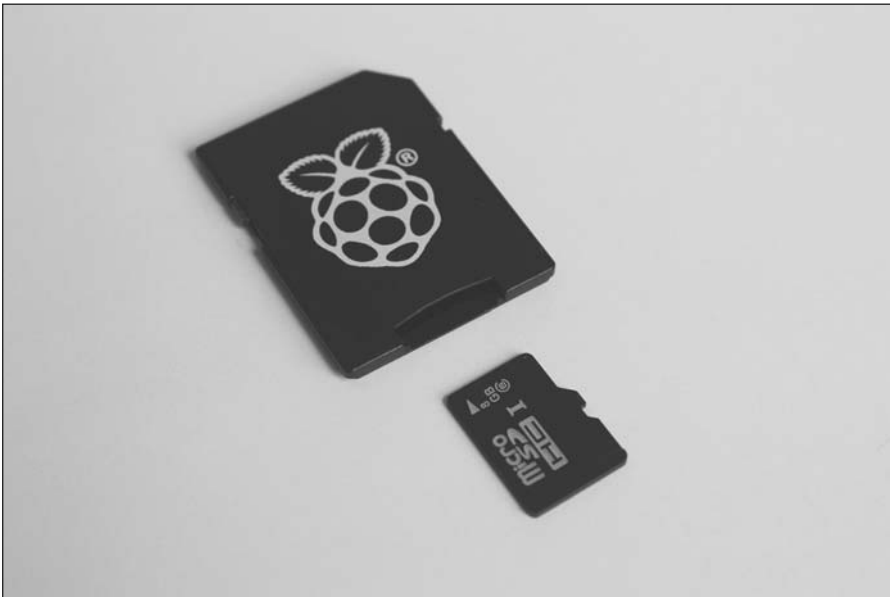


Abbildung 1.3: Ein SD-Adapter und eine microSD-Karte mit vorinstalliertem NOOBS für den Raspberry Pi. Die microSD-Karte kann in den Adapter eingesetzt werden und lässt sich dann auch für Model A und B verwenden.

- ✓ **SD- oder microSD-Kartenschreiber:** Viele Computer verfügen heute über Einschübe für SD-Karten, um Fotos von Kameras mal eben schnell auf den Rechner zu kopieren. Sollte das bei Ihnen nicht der Fall sein, können Sie sich einen entsprechenden Adapter kaufen. Sie benötigen ihn, um Linux für Ihren Raspberry Pi auf eine SD-Karte zu kopieren, können ihn aber auch dazu benutzen, um Dateien von Ihrem Raspberry Pi auf einen Windows-Rechner zu übertragen. Alternativ können Sie auch SD-Karten kaufen, auf

denen sich die für den Raspberry Pi empfohlene Linux-Version bereits einsatzbereit befindet. Sie können Kartenschreiber auch dazu benutzen, um Kopien von den Dateien und der Software für Ihren Raspberry Pi zu erstellen (siehe Kapitel 4).



Abbildung 1.4: Dies ist sowohl ein Kartenschreiber als auch ein USB-Stick. Die MicroSD-Karte steckt rechts im USB-Stecker. Links der USB-Mini-Stecker wird OTG-Stecker (On-The-Go) genannt. Der weiße Schieber in der Bildmitte dient dem Auswurf der MicroSD-Karte.

- ✓ **USB-Sticks:** *USB-Speichersticks*, die manchmal auch *Flash-Drive* genannt werden, sind relativ preiswert und besitzen mittlerweile recht hohe Speicherkapazitäten (64 GB sind heute erschwinglich), durch die sie zu einer idealen Erweiterung Ihres Raspberry Pi werden. Sie können damit auch Dateien von Ihrem PC zum Raspberry Pi übertragen.
- ✓ **USB-Wi-Fi-Adapter:** Model A und Model A+ besitzen keinen Ethernet-Anschluss; wenn Sie diese mit dem Internet verbinden wollen, benötigen Sie daher einen USB-WLAN-Adapter, der auch USB-Wi-Fi-Adapter genannt wird. Vielleicht besitzen Sie ja bereits einen solchen von einem Laptop. Viele dieser Adapter sind jedoch inkompatibel mit dem Raspberry Pi, weitere kommen mit der Stromversorgung des Pi nicht aus und funktionieren nur an einem Hub. Micro- oder Nano-Wi-Fi-Adapter sind dabei genügsamer und kommen üblicherweise mit dem Strom der USB-Schnittstellen des Pi aus. Anbieter des Pi werden Ihnen üblicherweise auch kompatible WLAN-Adapter verkaufen können. Ansonsten gibt es Listen kompatibler Adapter im Internet (http://elinux.org/RPi_USB_Wi-Fi_Adapters).
- ✓ **Externe Festplatte:** Wenn Sie noch mehr Speicher benötigen, weil Sie vielleicht Ihre Musik- oder Videosammlung mit dem Raspberry Pi wiedergeben wollen, können Sie eine externe USB-Festplatte anschließen. Dafür benötigen Sie einen USB-Hub oder eine Festplatte mit eigener externer Stromversorgung.
- ✓ **Raspberry-Pi-Kameramodul:** Der Raspberry Pi hat zwar viele Unternehmen inspiriert, allerlei Erweiterungen dafür zu entwickeln, das Kameramodul wurde ursprünglich aber von der Raspberry Pi Foundation entwickelt. Diese 8-Megapixel-Kamera mit Festfokus kann dazu benutzt werden, um HD-Video und Standbilder aufzunehmen. Es gibt auch eine Version ohne einen Infrarotfilter (die PiNoIR Camera), die für nächtliche Tieraufnahmen in der Wildnis oder andere verrückte Spezialeffekte bei Tageslicht benutzt werden kann.

- ✓ **Lautsprecher:** Der Raspberry Pi besitzt eine standardisierte 3,5-mm-Klinkenbuchse, die mit entsprechenden Kopfhörern und PC-Lautsprechern kompatibel ist. Daran können Sie direkt Ihre Kopfhörer oder Aktivlautsprecher, eine Stereoanlage oder einen Fernseher anschließen. Dabei müssen Sie möglicherweise Adapterkabel verwenden. Eigenständige Lautsprecher werden dabei nicht zwingend benötigt, da das Audiosignal auch über die HDMI-Verbindung neben dem Videosignal übertragen wird. Beachten Sie aber, dass Ihnen diese Möglichkeit bei der Nutzung von DVI-Bildschirmen nicht bereitsteht.
- ✓ **Stromversorgung:** Hierfür verwendet der Raspberry Pi einen Mikro-USB-Anschluss und ist daher theoretisch mit vielen Ladegeräten für Mobiltelefone und Tablets kompatibel. Praktisch liefern die Ladegeräte für Mobiltelefone oft allerdings nicht genug Strom (meist nur etwa 700 Milliampere), was nicht reichen dürfte, um den Raspberry Pi zuverlässig arbeiten zu lassen. Zudem sorgen die schwankende Qualität und damit der Widerstand von Anschlusskabeln zuweilen dafür, dass die Funktion der Peripheriegeräte beeinträchtigt wird. Überzeugen Sie sich also davon, dass vorhandene Netzteile oder Ladegeräte auch wirklich genug Strom liefern. Entsprechende Angaben sollten Sie auf den Geräten selbst finden. Falls Sie sich nicht sicher sind, besorgen Sie sich besser ein speziell für den Raspberry Pi angebotenes Ladegerät. Riskieren Sie es besser nicht, den Pi über ein Kabel mit dem USB-Anschluss an Ihrem PC mit Strom zu versorgen. Der vom PC über den USB-Anschluss gelieferte Strom dürfte jedenfalls kaum für Ihren Pi reichen. Sie können den Pi zwar auch über die GPIO-Pins mit Strom versorgen, aber dann könnten Sie den Raspberry Pi bei auftretenden Spannungsspitzen oder falsch angelegter Spannung beschädigen. Wenn Sie den Pi über die GPIO-Pins mit Strom versorgen wollen, ist es sicherer, dazu ein HAT-Gerät (*Hardware Attached on Top*) zu verwenden, das mit den GPIO-Pins verbunden wird und das die benötigte stabilisierte Spannung liefert, wobei der darunter sitzende Pi ausreichend geschützt ist. Die Raspberry Pi Foundation rät zu großer Vorsicht und dazu, nur Batterien für die Stromversorgung des Raspberry Pi zu benutzen, da ansonsten immer eine gewisse Gefahr besteht, Ihren Raspberry Pi zu beschädigen. Weitere Einzelheiten über die Anforderungen der Stromversorgung der verschiedenen Raspberry Pi-Modelle finden Sie in den FAQ unter www.raspberrypi.org/help/faqs/.



Im Betrieb zeigt der Raspberry Pi mit einem kleinen gelben Blitzsymbol in der rechten oberen Bildschirmcke an, wenn die Stromversorgung knapp wird. Dieses Symbol wird bereits sehr frühzeitig angezeigt. Was allerdings stimmt, ist die Empfehlung, dass neue Netzteile für einen Raspberry Pi 2,4 oder 2,5 Ampere Stromstärke liefern können sollten.

- ✓ **Gehäuse:** Sie können Ihren Raspberry Pi problemlos als Platine benutzen. Vielen Nutzern ist es aber lieber, wenn sie ihn vor Spritzern und anderen möglichen Beschädigungen dadurch schützen, dass sie die Platine in ein passendes Gehäuse einbauen. Derartige oft transparente Kunststoffgehäuse, durch die die Schaltungen und LED-Lämpchen weiterhin sichtbar bleiben und die leicht zusammengebaut werden können, erhalten Sie im einschlägigen Fachhandel. Ein besonders hübsches Beispiel für solche Gehäuse, das Pi-bow Coupe (<https://shop.pimoroni.com/collections/pibow>) genannt wird, finden Sie in Abbildung 1.5. Es wurde von Paul Beech entworfen, von dem auch das Raspberry-Pi-Logo stammt. Es gibt auch offizielle Gehäuse in Rot und Weiß für den Raspberry Pi 3 (kompatibel mit dem B+ und späteren Modellen) und dem Raspberry Pi Zero.

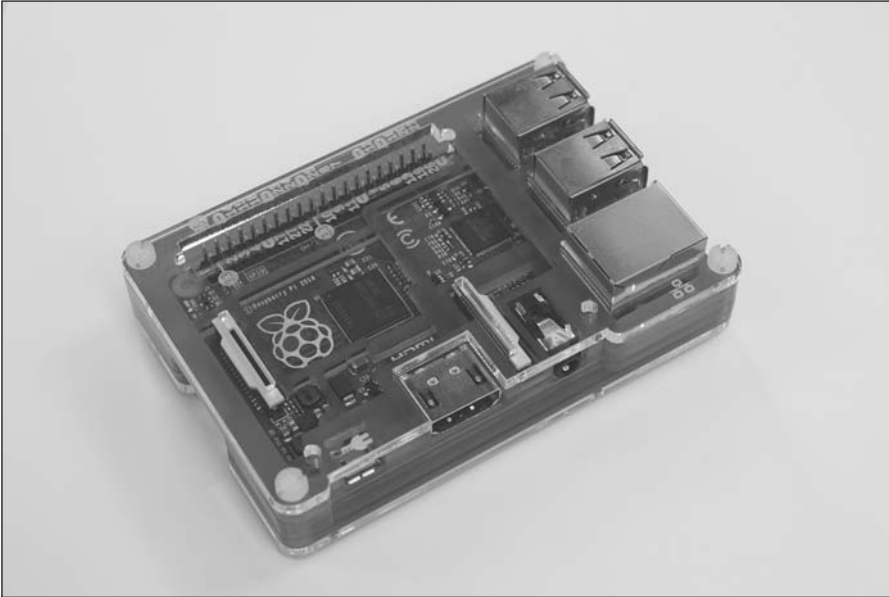


Abbildung 1.5: Das Pibow-Gehäuse für den Raspberry Pi (Quelle: Pibow™ Pimoroni Ltd – www.pibow.com)

Das Gehäuse für den Pi Zero umfasst drei verschiedene Oberteile, mit denen die Platine komplett abgeschlossen, mit einem Kameraloch versehen oder Zugang zu den GPIO-Pins gelassen werden kann. Wie erwähnt, müssen Sie kein Gehäuse kaufen. Vielleicht können Sie ja ganz darauf verzichten oder sich ein eigenes aus Legosteinen bauen. Dabei sollten Sie bei Bedarf jedoch immer darauf achten, dass die GPIO-Anschlusspins zugänglich bleiben, um Ihren Pi mit elektronischen Schaltungen verbinden und die Projekte aus Teil V dieses Buches ausprobieren zu können.

- ✓ **Kabel und Adapter:** Um alles miteinander zu verbinden, werden Sie auch das eine oder andere Kabel benötigen. Insbesondere brauchen Sie ein HDMI-Kabel (für den Anschluss an einen HDMI- oder DVI-Monitor) oder einen HDMI-DVI-Adapter (zum Anschluss an einen DVI-Monitor). Weiterhin können ein paar Audiokabel (insbesondere 3,5-mm-Klinkenstecker auf Cinch) und ein Ethernet-Netzwerkkabel nicht schaden. Derartige Kabel erhalten Sie heute teilweise auch in Supermärkten, Baumärkten oder aber im Elektronikfachhandel. Beachten Sie bei Bedarf, dass die aktuellen Raspberry-Pi-Modelle das RCA-Videosignal (Composite) nur noch über einen vierpoligen 3,5-mm-Klinkenstecker übertragen, während es bei den alten Modellen eine eigene RCA-Buchse (Cinch) gab. Oft werden die Kabel auch in entsprechenden Sets zusammen mit einem Raspberry Pi angeboten. Alle anderen benötigten Kabel (beispielsweise für den Anschluss von PC-Lautsprechern oder einem USB-Hub) sollten zusammen mit diesen Geräten geliefert werden.



Um die Einstiegskosten möglichst niedrig zu halten, wurde der Raspberry Pi mit dem Ziel entwickelt, mit möglichst vielen »herumliegenden« Komponenten kompatibel zu sein. Praktisch klappt das nicht so ganz. Insbesondere inkompatible USB-Hubs, Tastaturen und Mäuse können für schwer aufspürbare Probleme sorgen.

Listen kompatibler und inkompatibler Geräte finden Sie unter http://elinux.org/RPi_VerifiedPeripherals. Ansonsten können Ihnen möglicherweise Testberichte oder andere Quellen weiterhelfen, wenn es um mögliche Kompatibilitätsprobleme mit dem Raspberry Pi geht.

Wenn Sie neue Geräte kaufen, können Sie die Risiken dadurch minimieren, dass Sie nur auf Komponenten zurückgreifen, die von den Raspberry-Pi-Distributoren für den Pi angeboten werden.

In jedem Fall sollten Sie ein wenig Geld für Zubehör zurücklegen. Der Raspberry Pi ist zwar ein preiswertes Gerät, aber der Kauf von Tastatur, Maus, USB-Hub, SD-Karten und Kabeln kann dessen Preis leicht um ein Mehrfaches übersteigen. Zudem müssen Sie sich darauf gefasst machen, dass bereits vorhandene Geräte möglicherweise nicht mit dem Pi kompatibel sind.